

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-18359

(P2000-18359A)

(43) 公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード<sup>\*</sup> (参考)

F 1 6 H 25/22

F 1 6 H 25/22

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-180767

(22) 出願日 平成10年6月26日 (1998.6.26)

(71) 出願人 390029805

ティエチケー株式会社

東京都品川区西五反田3丁目11番6号

(72) 発明者 白井 武樹

東京都品川区西五反田3丁目11番6号 テ

イエチケー株式会社内

(72) 発明者 海老名 茂

東京都品川区西五反田3丁目11番6号 テ

イエチケー株式会社内

(72) 発明者 武田 竜治

東京都品川区西五反田3丁目11番6号 テ

イエチケー株式会社内

(74) 代理人 100083839

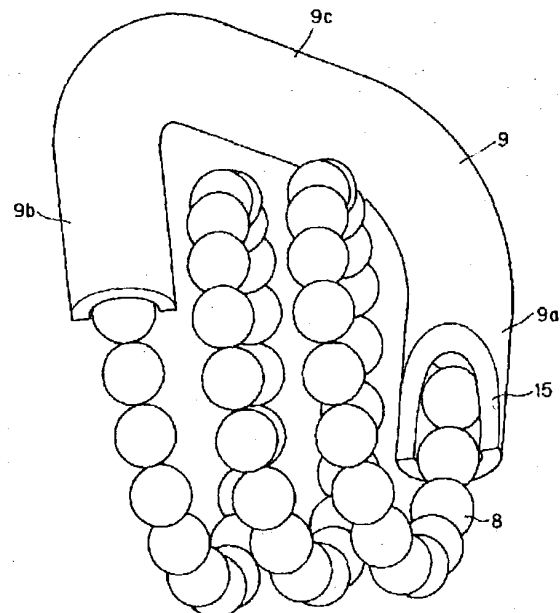
弁理士 石川 泰男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ボールねじ

(57) 【要約】

【課題】 リターンパイプ両端にボールを衝突させる舌部を有することなく、ボールを掬い上げることができるボールねじを提供すること。

【解決手段】 リターンパイプ9の両端9a、9bに、パイプ内に向かって徐々に幅が狭くなる切り口15を設ける。負荷転走路内を転がるボール8…は、徐々に幅が狭くなる切り口15の両脇で案内されながら、リターンパイプ9の奥の方に導かれる。切り口15を設けることによって、舌部を有することなくボール8…を掬い上げることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周面に螺旋状のボール転走溝を有するねじ軸と、内周面に前記ボール転走溝と対向する螺旋状の負荷転走溝を有するナット部材と、前記ボール転走溝と前記負荷転走溝との間を転動するボールと、前記ナット部材に嵌合され、前記ボール転走溝と前記負荷転走溝との間で形成される負荷転走路の一端と他端を連結し、前記ボールを一端から掬い上げ、他端に戻すリターンパイプとを備えるボールねじにおいて、前記リターンパイプの両端に、徐々に幅が狭くなる切り口を設けたことを特徴とするボールねじ。

【請求項2】 上記リターンパイプの両端側をねじ軸のリード角に合わせて配置したことを特徴とする請求項1記載のボールねじ。

【請求項3】 上記リターンパイプの両端側をボールの軌道の接線方向に配置したことを特徴とする請求項1または2記載のボールねじ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボールねじに関し、特に、ねじ軸とナット部材との間に設けられた負荷転走路内を転がるボールを、ナット部材に嵌め込まれたリターンパイプで循環させるボールねじに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種のボールねじとして、ねじ軸にボール転走溝を形成し、ナット部材にボール転走溝に対向する負荷転走溝を形成し、ボール転走溝及び負荷転走溝との間でボールを転がり運動させる負荷転走路を構成し、このナット部材に嵌め込まれたリターンパイプで負荷転走路の一端と他端を連結し、このリターンパイプで負荷転走路内を転がるボールを一端で掬い上げ他端に戻す無負荷戻し通路を構成したものが提案されている（例えば実開平6-69502号公報参照）。

【0003】図9に示したように、リターンパイプの両端開口部には、負荷転走路内に入り込む一対の舌部2a、2bが形成される。ボールは、ねじ軸の周囲の負荷転走路内を転がり運動した後、舌部2a、2bに衝突し、掬い上げられ、リターンパイプ内に導入される。そして、ボールは、リターンパイプ1内を循環し、再び負荷転走路に戻される。舌部2a、2bの両脇には、ねじ軸に形成されたボール転走溝との干渉を避けるべく根元に切り欠き3が設けられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、工作機械等の高速送りの要求に伴い、ボールねじも高速回転されることが多くなってきた。このように、（ねじ軸の1分間あたりの回転数にボールの回転径を掛けた値である）DN値を上げて、ボールねじを使用した場合、ボールによる衝突力の繰り返しで、応力集中が発生し易い舌部2a、2bの根元が金属疲労を起こして破損するおそ

れがあった。

【0005】そこで、本発明は、リターンパイプ両端にボールを衝突させる舌部を有することなく、ボールを掬い上げることができるボールねじを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】以下、本発明について説明する。なお、本発明の理解を容易にするために添付図面の参照番号を括弧書きにて付記するが、それにより本発明が図示の形態に限定されるものでない。

【0007】請求項1の発明は、外周面に螺旋状のボール転走溝(6a)を有するねじ軸(6)と、内周面に前記ボール転走溝(6a)と対向する螺旋状の負荷転走溝(7a)を有するナット部材(7)と、前記ボール転走溝(6a)と前記負荷転走溝(7a)との間を転動するボール(8...)と、前記ナット部材(7)に嵌合され、前記ボール転走溝(6a)と前記負荷転走溝(7a)との間で形成される負荷転走路の一端と他端を連結し、前記ボール(8...)を一端から掬い上げ、他端に戻すリターンパイプ(9、21)とを備えるボールねじ(5)において、前記リターンパイプ(9、21)の両端(9a、9b)に、徐々に幅が狭くなる切り口(15)を設けたことを特徴とするボールねじにより、上述した課題を解決する。

【0008】この発明によれば、リターンパイプ(9、21)の両端に、徐々に幅が狭くなる切り口(15)を設けたので、負荷転走路内を転がるボール(8...)は、リターンパイプ(9、21)の両端内に入り込むと、幅が狭くなる切り口(15)の両脇で案内される。ボール(8...)は、切り口(15)の両脇で案内されながら、徐々にリターンパイプ(9、21)の奥の方に導かれる。このため、従来のように、舌部を有することなくボール(8...)を掬い上げることができる。

【0009】請求項2の発明は、請求項1の発明において、上記リターンパイプ(9、21)の両端側(9a、9b)をねじ軸(6)のリード角に合わせて配置したことを特徴とする。

【0010】この発明によれば、リターンパイプ(9、21)の両端側をねじ軸(6)のリード角に合わせて配置したので、ボール(8...)は、ねじ軸(6)のリード角方向すなわち進行方向を保ったまま掬い上げられる。したがって、リターンパイプ(9、21)内にボール(8...)を導入する際、リターンパイプ(9、21)に強い衝撃が加わるのを防止できる。また、ボール(8...)が進行方向を保ったままリターンパイプ(9、21)に掬い上げられるので、ボール(8...)は、リターンパイプ(9、21)の切り口(15)の片側に片寄ることなく、切り口(15)の両脇でバランス良く掬い上げられる。

【0011】請求項3の発明は、請求項1または2記載

の発明において、上記リターンパイプ(9, 21)の両端側(9a, 9b)をボール(8...)の軌道の接線方向へ配置したことを特徴とする。

【0012】この発明によれば、リターンパイプ(9, 21)でボールを接線方向に掬い上げることができる。ボール(8...)は、その運動方向に沿って流れ込むように、リターンパイプ(9, 21)に掬い上げられる。したがって、ボール(8...)がリターンパイプ(9, 21)の両端に掬い上げられる際の衝撃力を軽減することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1及び図2は、本発明の一実施形態におけるボールねじ5を示したものである。ボールねじ5は、外周面に螺旋状のボール転走溝6aを有するねじ軸6と、内周面に前記ボール転走溝6aと対向する螺旋状の負荷転走溝7aを有するナット部材7と、ボール転走溝6aと前記負荷転走溝7a間を転動するボール8...とを備える。ねじ軸6のボール転走溝6aと、ナット部材7の負荷転走溝7aとの間で負荷転走路が構成される。ナット部材12には、2つのリターンパイプ9が嵌合される。リターンパイプ9は、負荷転走路の一端と他端を連結して無負荷戻し通路を構成する。リターンパイプ9の両側は折り曲げられ、負荷転走路内に数ピッチの間隔を開けて、嵌入される。リターンパイプ9は、パイプ押え10によってナット部材7に固定される。

【0014】ねじ軸6には、その周囲に螺旋状の一定のリードを備えた略断面半円状のボール転走溝6aが研削加工または転造加工によって形成される。

【0015】ナット部材7は、略円筒状をなし、その端面にボールねじ5を機械等に取り付けるためのフランジ11を備える。ナット部材7の内周面には、ねじ軸6のボール転走溝6aに対向する略断面半円状の負荷転走溝7aが形成される。ナット部材7には、その上面が一部平取りされた平面部16が形成される。平面部16には、リターンパイプ9の両側が挿入されるリターンパイプ嵌合穴13が4個所開けられる。このリターンパイプ嵌合穴13は、負荷転走溝7a内まで延びる。

【0016】図3乃至図5は、リターンパイプ9を示したものである。図3に示すように、リターンパイプ9は、円形断面をなし、両端側が湾曲される。すなわち、リターンパイプ9は、一对の脚部9a, 9b及び水平部9cからなる略門型形状に形成される。リターンパイプ9の断面形状は、ボール8...が通る通路断面及び潤滑材が貯溜可能な断面を有すれば、円形に限られず、三角、四角等の非円形断面でもよい。脚部9a, 9bの両端には、切り込みが入れられ、切り口15はアーチ型になる。切り口15は、リターンパイプ9の奥方向に向かい徐々に横幅が狭く形成される。

【0017】図4に示したように、脚部9a, 9bは、ボール8...の軌道中心線Sの接線方向へ配置される。ま

た、脚部9a, 9bの先端は、ねじ軸6の軸心の水平面Lの位置まで延びる。脚部9a, 9bへの切り口15は、ボール8...の軌道中心線Sよりも若干内側に形成される。切り口15の先端は、脚部9a, 9bの中心線Dより、わずかにhだけ内側に位置する。

【0018】図5は、脚部9a, 9bの断面形状の変化を示したものである。先端の断面形状を0の位置で示し、上方に向かうにしたがい、断面形状を1から9の位置で示す。脚部9a, 9bの断面形状は0の位置で、リターンパイプ9の中心線Dよりも両脇がわずかにh寸法だけ突出した半円形断面となる。脚部9a, 9bの断面形状は、上方に向かうにしたがい(1の位置から10の位置に進むにしたがい)円形断面に近づき、切り口15の両脇の幅Wが徐々に狭くなる。

【0019】図4に示したように、ボール8...は、ねじ軸6の周囲を転がり運動し、ねじ軸6の軸心の水平面Lより上方に転がり、脚部9a, 9b内に転がり込む。図5に示したように、切り口15の両脇の幅Wは、0から4の位置までは、ボール8...の直径よりも大きい。このため、ボールは、切り口15の両脇によって案内されることなく、ねじ軸6の周囲を転がり運動する。0から4の位置に進むにつれ、脚部9a, 9bの内周面とボール8...の背面との隙間20が僅かずつ大きくなる。ボール8...が、さらに上方に転がり、5の位置まで移動した場合、ボール8...の両端が切り口15の両脇に案内され始める。切り口15の両脇は、リターンパイプ9の上方向に向かい徐々に幅が狭くなるため、6から10の位置で、ボール8...は、切り口15の両脇に案内されながら、円断面のリターンパイプ9内に導かれる。このように、リターンパイプ9の脚部9a, 9bに切り込みを入れ、切り口15の両脇を上方に向かい徐々に幅狭になるように形成することで、従来のように舌部を設けなくても、切り口15の両脇でボール8...を掬い上げることができる。したがって、ボールねじ5を高速回転させ、DN値を上げて使用することもできる。

【0020】また、脚部9a, 9bをボール8...の軌道中心線Sの接線方向へ配置したため、ボール8...は、その運動方向に沿って流れ込むように、脚部9a, 9bに掬い上げられる。ボール8...を急激な方向転換することなく掬い上げることができ、ボール8...がリターンパイプ9の脚部9a, 9bに掬い上げられる際の衝撃力を軽減することができる。

【0021】図6は、ねじ軸6とリターンパイプ9を示したものである。この図に示すように、リターンパイプ9の脚部9a, 9bは、ねじ軸6のリード角に合わせて傾けて配置される。ボール8...は、ねじ軸6のリード角方向すなわち進行方向を保ったまま、脚部9a, 9bに掬い上げられる。したがって、脚部9a, 9b内で方向転換する必要なく、脚部9a, 9bに強い衝撃が加わるのを防止できる。また、ボール8...が進行方向を保った

まま脚部9a, 9bに掬い上げられるので、ボール8…は、切り口15の片側に片寄ることなく、両脇でバランス良く掬い上げられる。

【0022】図6及び図7に示すように、ねじ軸6を回転させると、ボール転走溝6a内を周方向に軸方向荷重を受けながら転がるボール8…は、脚部9aの先端で掬い上げられる。掬い上げられたボール8…は、リターンパイプ9内を循環する。そして、ボール8…は、数ピッチ間隔を開けた脚部9bから、再びボール転走溝6aに戻され、循環する。

【0023】図8は、他の実施形態におけるリターンパイプ21を示したものである。このリターンパイプ21においても、上述のリターンパイプ9と同様に、脚部21a, 21bの両端には、切り込みが入れられる。切り口15は、パイプ内に向かい徐々に横幅が狭くなるよう形成される。このリターンパイプ21の内面には、パイプ全体に渡って軸方向に延びる一対のガイド溝22a, 22bが形成される。ボール8…は、ボール8…同士の相互摩擦を防止すべく帯状のリテーナに所定間隔を開けて回転摺動自在に保持されることがある。一対のガイド溝22a, 22bを形成することでリテーナの両側縁を案内することができる。なお、リテーナを介してボール8…が保持される場合は、ボール8…は、切り口15によって掬われると共に、リテーナがボール8…を引っ張り上げるによっても掬われる。

【0024】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、リターンパイプの両端に、パイプ内に向かって徐々

に幅が狭くなる切り口を設けたので、負荷転走路内を転がるボールは、徐々に幅が狭くなる切り口両脇で案内されながら、リターンパイプの奥の方に導かれる。したがって、従来のように舌部を有することなくボールを掬うことができ、ボールねじのDN値を上げて使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるボールねじの斜視図。

【図2】上記ボールねじのナット部材の斜視図。

【図3】上記ボールねじのリターンパイプの斜視図。

【図4】上記リターンパイプでのボールの掬い上げを示す動作図。

【図5】上記リターンパイプの断面の変化図。

【図6】上記リターンパイプ及びねじ軸を示す側面図。

【図7】上記リターンパイプ及びねじ軸を示す断面図。

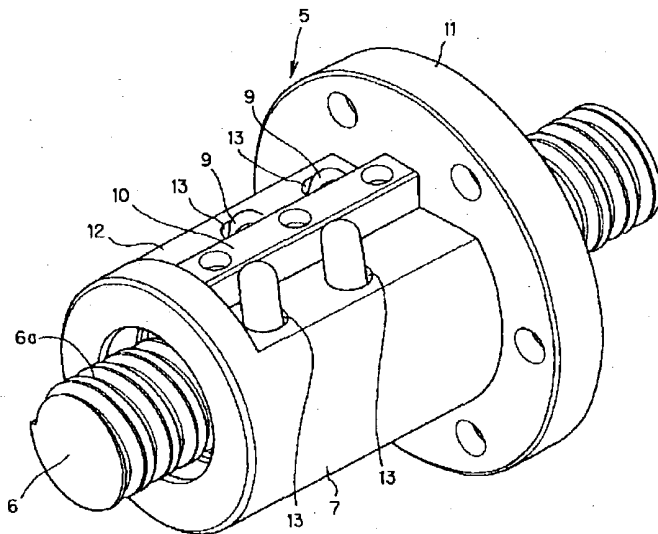
【図8】本発明の他の実施形態におけるリターンパイプの斜視図。

【図9】従来のリターンパイプの斜視図。

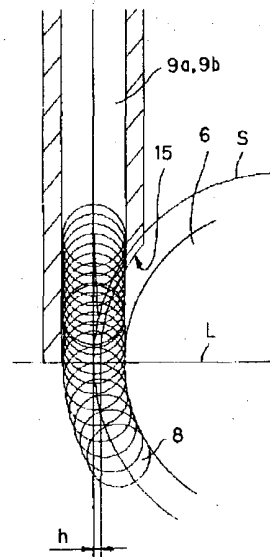
【符号の説明】

- 5 ボールねじ
- 6 ねじ軸
- 6a ボール転走溝
- 7 ナット部材
- 7a 負荷転走溝
- 8 ボール
- 9, 21 リターンパイプ
- 15 切り口

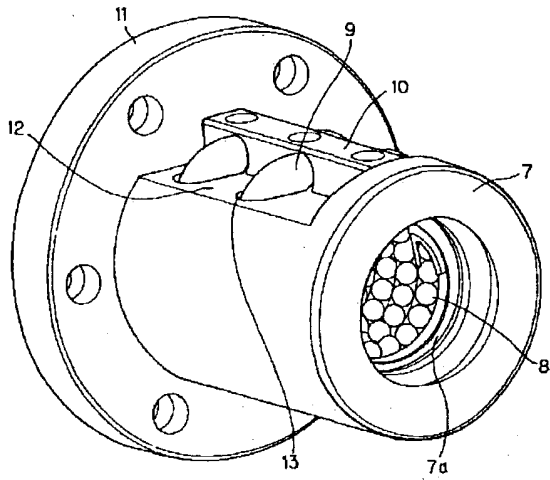
【図1】



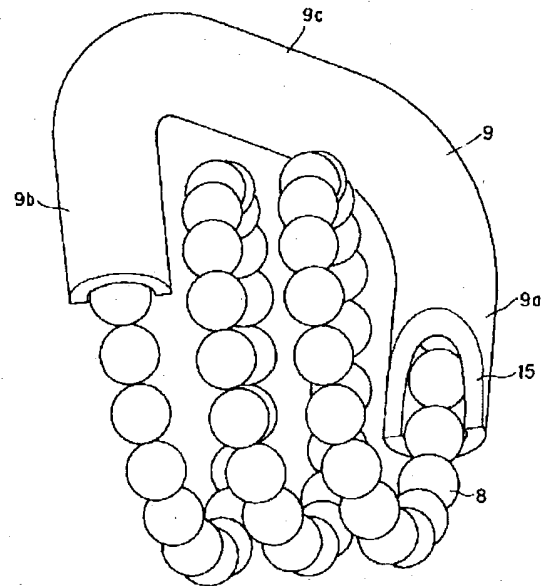
【図4】



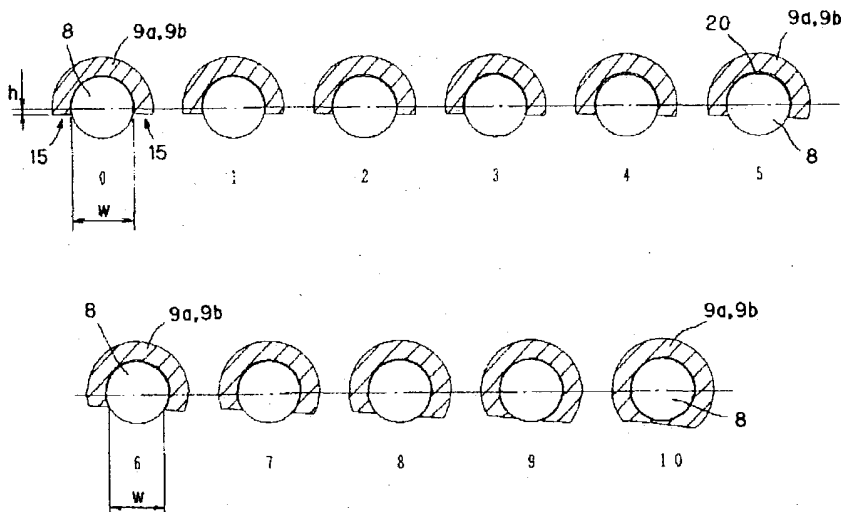
【図2】



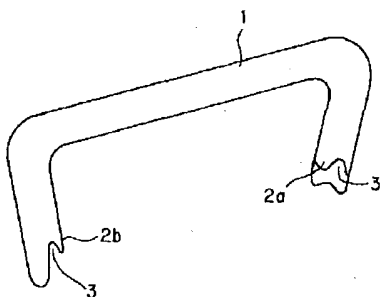
【図3】



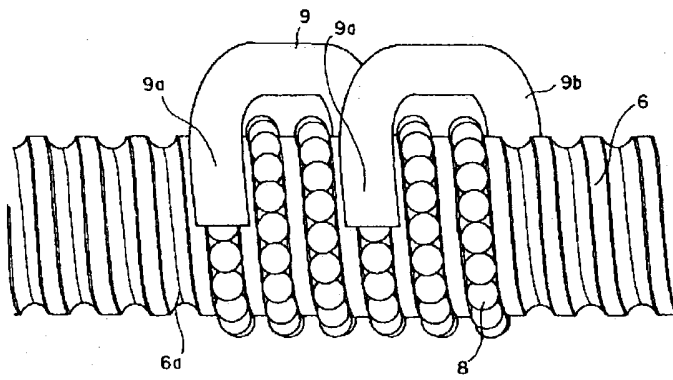
【図5】



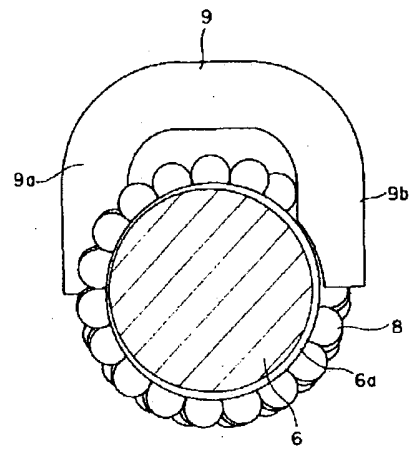
【図9】



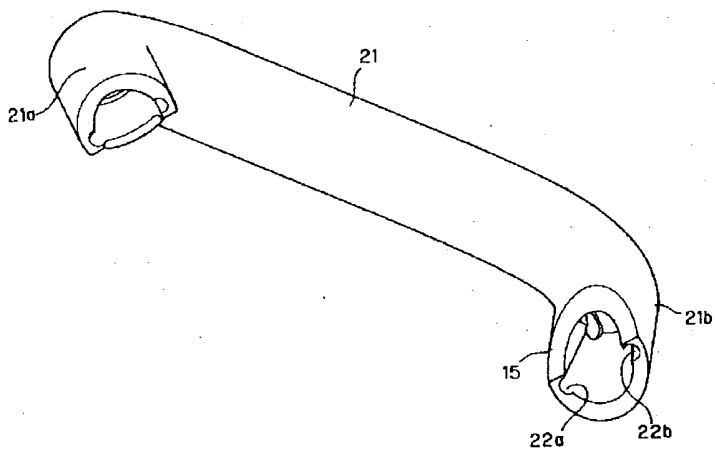
【図6】



【図7】



【図8】



## Ball screw

Patent Number: EP0967414, A3  
 Publication date: 1999-12-29  
 Inventor(s): EBINA SHIGERU (JP); SHIRAI TAKEKI (JP); TAKEDA RYUJI (JP)  
 Applicant(s): THK CO LTD (JP)  
 Requested Patent: JP2000018359  
 Application Number: EP19990304703 19990616  
 Priority Number(s): JP19980180767 19980626  
 IPC Classification: F16H25/22  
 EC Classification: F16H25/22B2  
 Equivalents: KR2000006461, US6282971  
 Cited Documents: US5063809; WO9812442; US2780943; JP5027408U; JP63001852

### Abstract

A ball screw comprises a screw shaft formed on an outer peripheral surface thereof with a spiral ball rolling groove, a nut member having an inner peripheral surface on which a spiral loaded ball rolling groove corresponding to the spiral ball rolling groove of the screw shaft is formed, both the spiral grooves constituting a loaded ball rolling passage in combination thereof when the screw shaft is fitted to the nut member, a number of balls rolling in the loaded ball rolling passage, and a return pipe having one end connected to one end of the loaded ball rolling passage and another end connected to another end of the loaded ball rolling passage so as to scoop the balls rolling in the loaded ball rolling passage at the one end of the return pipe and return the balls to the loaded ball rolling passage at the other one end of the return pipe. Cutouts, each having a width gradually reduced, are formed to both end portions of the return pipe so that the width of the cutout is gradually reduced towards the inside of the return pipe.



Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## Description

### BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] The present invention relates to a ball screw particularly having a structure capable of circulating balls rolling in a loaded rolling passage formed between a screw shaft and a nut member by a return pipe fitted to the nut member.

[0002] One known example of such a ball screw is composed of a screw shaft to which a ball rolling groove is formed and a nut member to which a loaded ball rolling groove corresponding to the ball rolling groove formed to the screw shaft. These ball rolling groove and loaded ball rolling groove constitute, in combination, a loaded ball rolling passage in which balls are rolled. One and other ends of the loaded ball rolling passage are connected by a return pipe fitted to the nut member in a manner such that the ball rolling in the loaded ball rolling passage is scooped at the one end thereof by the return pipe and returned to the loaded ball rolling passage at the other end thereof. The ball screw having the above structure is shown, for example, in Japanese Utility Model Laid-open (KOKAI) Publication No. HEI 6-69502.

[0003] FIG. 9 shows one known example of the return pipe 1 having both opened ends, to which a pair of tongue pieces 2a, 2b are formed to be fittable into the loaded ball rolling passage. The balls, which have rolled in the loaded ball rolling passage formed to the periphery of the screw shaft, collide with the

tongue pieces 2a, 2b and then are scooped thereby so as to be introduced into the return pipe 1. The balls thereafter circulate through the return pipe 1 and then again return to the loaded ball rolling passage. Notches or cutouts 3 are also formed near the tongue pieces 2a, 2b at both the opened ends of the return pipe 1 for preventing the balls from interfering with the ball rolling groove formed to the screw shaft.

[0004] However, in recent years, it has been required to carry out a high feed operation of a machine tool or the like mechanism, and hence, to render the ball screw rotate at a high rotating speed. In a case where the ball screw is used with an increased D/N value (which is a value obtained by multiplying a rotating number per one minute of the screw shaft by a rotating diameter of the ball), there are fears such that stress concentration will be liable to occur on root portions of the tongue pieces 2a, 2b due to repeated collision of the balls, which results in metal fatigue at these root portions, which are hence damaged.

## SUMMARY OF THE INVENTION

[0005] An object of the present invention is to substantially eliminate defects or drawbacks encountered in the prior art mentioned above and to provide a ball screw capable of effectively scooping the balls without forming any specific ball scooping means such as tongue pieces to a return pipe.

[0006] This and other objects can be achieved according to the present invention by providing a ball screw comprising:

a screw shaft formed, on an outer peripheral surface thereof, with a spiral ball rolling groove;  
a nut member having an inner peripheral surface on which a spiral loaded ball rolling groove corresponding to the spiral ball rolling groove of the screw shaft is formed, both the spiral grooves constituting a loaded ball rolling passage in combination when the screw shaft is fitted to the nut member;  
a number of balls rolling in the loaded ball rolling passage; and  
at least one return pipe having one end connected to one end of the loaded ball rolling passage and another end connected to another end of the loaded ball rolling passage so as to scoop the balls rolling in the loaded ball rolling passage at the one end of the return pipe and return the balls to the loaded ball rolling passage at the another one end of the return pipe, the return pipe having both end portions to which cutouts, each having a width gradually reduced, are formed.

[0007] In a preferred embodiment, the return pipe is disposed so that both the end portions thereof accord with a lead angle of the screw shaft. The return pipe is disposed so that both the end portions thereof are directed to a direction tangential to a track of the balls.

[0008] The width of the cutout is gradually reduced from the end portion of the return pipe towards the inside thereof.

[0009] The return pipe is formed with a pair of guide grooves to the inner surface so as to extend entire axial direction thereof.

[0010] According to the present invention of the characters mentioned above, since the cutouts are formed to both the ends of the return pipe so that the width of each cutout is gradually reduced, the balls rolling in the loaded ball rolling passage can be guided by both the sides of the cutout. And the balls guided by both the sides of the cutout are gradually led into the inside of the return pipe. According to this structure, the balls can be scooped smoothly without forming any specific portion for scooping the balls such as tongue pieces as in the conventional structure.

[0011] According to the preferred embodiment of the present invention, since both the ends of the return pipe are arranged so as to accord with the lead angle of the screw shaft, the balls can be scooped with the lead angle direction, i.e. ball advancing direction being maintained. It is therefore possible to prevent the strong impact from being applied to the return pipe when the balls are led into the return pipe. The maintenance of the ball advancing direction permits to carry out the smooth scoop of the balls without the balls to be displaced to one side of the cutout, and the balls are smoothly scooped in a balanced condition.

[0012] Furthermore, since the balls can be scooped by the return pipe in the tangential direction, the balls can be smoothly scooped, thus also reducing the collision impact force to the return pipe.



[0013] The nature and further characteristic features of the present invention will be made more clear from the following descriptions made with reference to the accompanying drawings.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0014] In the accompanying drawings:

FIG. 1 is a perspective view of a ball screw according to one embodiment of the present invention;  
 FIG. 2 is a perspective view of a nut member constituting the ball screw of FIG. 1;  
 FIG. 3 is a perspective view of one example of a return pipe of the ball screw of FIG. 1;  
 FIG. 4 is a view showing a ball scooping operation by the return pipe;  
 FIG. 5 includes several views showing variation of cross sectional area of the return pipe;  
 FIG. 6 is a side view, in an enlarged scale, of the return pipe and the screw shaft in assembly;  
 FIG. 7 is a sectional view of the return pipe and the screw shaft in assembly;  
 FIG. 8 is a perspective view of another example of the return pipe according to the present invention;  
 and  
 FIG. 9 is a perspective view of a return pipe having a conventional structure.

## DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

[0015] FIGS. 1 and 2 show one preferred embodiment of a ball screw 5 according to the present invention. The ball screw 5 is generally composed of a screw shaft 6 having an outer peripheral surface to which a spiral ball rolling groove 6a is formed, a nut member 7 having an inner peripheral surface to which a spiral loaded ball rolling groove 7a corresponding in arrangement to the ball rolling groove 6a of the screw shaft 6, and a number of balls 8, ---, 8 rolling in a loaded ball rolling passage constituted in combination by the ball rolling groove 6a and 7a. Two return pipes 9, 9 are fitted to the nut member 7, and the return pipes 9, 9 are arranged so as to connect one and the other ends of the loaded ball rolling passage thereby to constitute a non-loaded return passage. Both end portions of each of the return pipe 9 are bent and fitted in the loaded ball rolling passage with an interval of several pitches. The return pipes 9, 9 are secured to the nut member 7 by means of pipe holder 10.

[0016] The ball rolling groove 6a is formed to the outer peripheral surface of the screw shaft 6 by a grinding working or rolling working so as to provide substantially a semi-circular cross section in a continuous spiral shape having a constant lead.

[0017] The nut member 7 has substantially a cylindrical shape having an inner hollow portion and is provided, at its one end face, with a flange 11 for mounting the ball screw to a machine or like. The loaded ball rolling groove 7a formed to the inner surface of the nut member 7, the loaded ball rolling groove 7a having substantially a semi-circular cross section corresponding to the ball rolling groove 6a of the screw shaft 6 when the screw shaft 6 is fitted to the nut member 7. The nut member 7 formed with an upper flat portion 12, as viewed in FIG. 1 or 2, to which four return pipe fitting holes 13, 13, 13, 13 are formed so as to extend towards the loaded ball rolling groove 7a formed to the inner surface of the nut member 7. Both the end portions of the respective return pipes 9, 9 are inserted through these return pipe fitting holes 13, 13, 13, 13.

[0018] FIGS. 3 to 5 show the details of the return pipe 9. First, as shown in FIG. 3, the return pipe 9 has a circular cross section and both the end portions of the return pipe 9 are bent. That is, the return pipe 9 is composed of a pair of bent leg portions 9a, 9b and a central horizontal portion 9c connecting both the leg portions so as to provide approximately a

-shape in the entire length. The cross sectional shape of the return pipe 9 is not limited to the circular shape and other shapes such as triangular, rectangular or other non-circular cross sectional shape as far as the cross section has an area or size capable of passing the balls and storing a lubricating material or agent. Both the end portions of the leg portions 9a, 9b are formed with cutout portions (cutouts hereinafter) 15, respectively, so that each cutout provides an arch shape having a horizontal width gradually reduced towards the inside of the return pipe 9.

[0019] As shown in FIG. 4, the leg portion 9a (9b) is disposed in a direction tangential to the track center line S of the balls 8, ---, 8 and the front end of the leg portion 9a (9b) extends to a position of the

horizontal plane L of the axis of the screw shaft 6. The cutouts 15 of the leg portions 9a, 9b are formed to be positioned slightly inside the track center line S of the balls 8, ---, 8. The distal (front) end of the cutout 15 is positioned slightly inside, by an amount of h, the center line D of the leg portion 9a (9b).

[0020] FIG. 5 includes several views showing the variation of the cross sectional shape of the leg portion 9a (9b), in which the cross sectional shape of the leg portion 9a (9b) is represented by the numeral "0" at its front end portion and the cross sectional shape thereof changes so as to be represented by the numerals "1" to "9" respectively towards the upper portion of the leg portion, i.e. towards the horizontal portion 9c of the return pipe 9 from the opened end thereof. That is, at the "0" portion, the sectional shape has a semi-circular shape having both side ends slightly projecting over the center line D of the return pipe 9 by the amount of h. This sectional shape approaches circular sectional shape towards the upper portion of the leg portion 9a (9b) and the width W (i.e. width of the cut opening of the leg portion in cross section) between both the cut side ends of the cutout 15 is gradually reduced.

[0021] With reference to FIG. 4, the balls 8, ---, 8 are rolled on the outer peripheral surface of the screw shaft 6, then rolled at the upper portion over the horizontal plane L of the axis of the screw shaft 6 and then rolled into the inside of the leg portions 9a, 9b. As shown in FIG. 5, the width W between both the side ends of the cutout 15 is larger than the diameter of the ball 8 at the cross sectional positions "0" to "4", and accordingly, the balls 8, ---, 8 roll on the outer periphery of the screw shaft 6 without being guided by both the side ends of the cutout 15. As the ball 8 rolls towards the position "4" from the position "0", a gap 20 between the inner peripheral surface of the leg portion 9a (9b) and the back surface (inside surface) of the ball 8 is gradually increased. When the ball 8 further rolls and reaches the position "5", the ball 8 starts to be guided by both the ends of the cutout 15, and since the width W is gradually reduced towards the upper portion of the return pipe 9 (that is, from the opened front end to the horizontal portion 9c side (inside) of the leg portion of the return pipe 9), the balls 8, ---, 8 are rolled into the return pipe 9 while being guided by both the side ends of the cutout 15 from the sectional shape position "6" to the sectional shape position "10". According to the structure of the cutout 15 having cut side ends of the width W which is gradually reduced towards the upper portion of the leg portion 9a (9b) of the return pipe 9, the balls 8, ---, 8 can be scooped by both the side ends of the cutout 15 without forming any tongue piece to the leg portion as in the conventional structure shown in FIG. 9. Therefore, the ball screw 5 can be rotated at a high speed with an increased D/N value.

[0022] Furthermore, according to the present embodiment, since the leg portions 9a, 9b are arranged in the direction tangential to the track center line S of the balls 8, ---, 8, the balls can be smoothly and effectively scooped along the motion direction thereof by the leg portions 9a (9b). Thus, the balls 8, ---, 8 can be scooped without being abruptly changed in the rolling direction, so that the impact force caused at the ball scooping time by the leg portions 9a, 9b of the return pipe 9 can be effectively reduced.

[0023] FIG. 6 shows the relative arrangement of the screw shaft 6 and the return pipe 9, in which the leg portions 9a, 9b of the return pipe 9 are inclined so as to accord with the lead angle of the screw shaft 6. According to this arrangement, the balls 8, ---, 8 are scooped by the leg portions 9a, 9b with the lead angle direction, i.e. ball advancing direction, of the screw shaft 6 being maintained. Accordingly, it is not necessary for the balls to be changed in their rolling direction in the leg portions 9a, 9b, thus preventing the strong collision impact force from being applied. Furthermore, since the balls 8, ---, 8 can be scooped by the leg portions 9a, 9b with the ball advancing direction being maintained, the balls are never displaced to one side of the cutout 15 and hence can be scooped in a good balanced condition.

[0024] As shown in FIGS. 6 and 7, when the screw shaft 6 is rotated, the balls 8, ---, 8 rolling in the ball rolling groove 6a of the screw shaft 6 in the peripheral direction thereof with the axial load being applied can be scooped by the front end portion of the leg portion 9a, and the balls thus scooped circulate through the return pipe 9. Thereafter, the balls 8, ---, 8 are returned again to the ball rolling groove 6a from the leg portion 9b disposed apart from the leg portion 9a by several pitches and then circulate through the ball rolling groove 6a.

[0025] FIG. 8 shows a perspective view of another example of the return pipe 21 according to the present invention. With reference to FIG. 8, the return pipe 21 has leg portions 21a, 21b which are formed with cutouts 15 as in the return pipe 9 of the former example. This cutout 15 has a horizontal width which is gradually reduced towards the inside of the return pipe 9. A pair of guide grooves 22a, 22b are formed to the inner surface of the return pipe 9 so as to extend in the entire axial direction thereof. In a certain arrangement, the balls 8, ---, 8 may be supported by a belt-shaped retainer with a predetermined distance to be rotatable and slidable for preventing mutual friction of the balls. In such arrangement, both side edges of the retainer may be guided by forming the above-mentioned paired

guide grooves 22a, 22b. In a case where the balls 8, ---, 8 are supported by means of the retainer, the retainer can act so as to pull up the balls in addition to the ball scooping operation of the cutout 15.

[0026] As mentioned hereinabove, according to the present invention, since the cutouts are formed to both the end portions of the return pipe in a manner such that the width of the opening of both the side ends of the cutout is gradually reduced towards the inside of the return pipe, the balls rolling in the loaded ball rolling passage can be guided into the return pipe while being guided by both the side ends of the cutout 15 having the reduced width. Accordingly, the balls can be smoothly scooped without forming any specific ball scooping means such as tongue piece as in the conventional structure, and hence, the ball screw can be used with the increased D/N value.

[0027] It is to be noted that the present invention is not limited to the described embodiment and other changes or modifications may be made without departing from the scopes of the appended claims.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## Claims

### 1. A ball screw comprising:

a screw shaft formed, on an outer peripheral surface thereof, with a spiral ball rolling groove;  
 a nut member having an inner peripheral surface on which a spiral loaded ball rolling groove corresponding to said spiral ball rolling groove of the screw shaft is formed, said both spiral grooves constituting a loaded ball rolling passage in combination when said screw shaft is fitted to said nut member;  
 a number of balls rolling in the loaded ball rolling passage; and  
 at least one return pipe having one end connected to one end of the loaded ball rolling passage and another end connected to another end of the loaded ball rolling passage so as to scoop the balls rolling in the loaded ball rolling passage at the one end of the return pipe and return the balls to the loaded ball rolling passage at the another one end of the return pipe, said return pipe having both opened end portions to which cutouts, each having a width gradually reduced, are formed.

2. A ball screw according to claim 1, wherein said return pipe is disposed so that both the end portions thereof accord with a lead angle of the screw shaft.

3. A ball screw according to claim 1, wherein said return pipe is disposed so that both the opened end portions thereof are directed to a direction tangential to a track of the balls.

4. A ball screw according to claim 1, wherein said width of the cutout is gradually reduced from the end portion of the return pipe towards the inside thereof.

5. A ball screw according to claim 1, wherein said return pipe is formed, at an inner surface thereof, with a pair of guide grooves so as to extend entire axial direction thereof.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2